



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA - DECO**

**MARLUCE REGINA DOS SANTOS ALVES**

**TESTANDO A TEORIA DA TROFOBIOSE**

São Cristóvão

2018



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA - DECO**

**MARLUCE REGINA DOS SANTOS ALVES**

**TESTANDO A TEORIA DA TROFOBIOSE**

Orientadora: Bianca Giuliano Ambrogi

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao curso de Ecologia da  
Universidade Federal de Sergipe como  
parte dos requisitos para obtenção do  
título de Bacharel em Ecologia.

São Cristóvão  
2018

*O fracasso jamais me  
surpreenderá se minha decisão  
de vencer for suficientemente  
forte.*

*Og Mandino*

## AGRADECIMENTOS

Ao longo dessa tão sonhada e sofrida jornada posso afirmar que cresci muito não apenas como profissional, mas também como pessoa. Foram dias de lutas, com vitórias e derrotas, mas posso dizer que nunca estive sozinha, sempre tinha uma mão, um apoio, alguém para segurar a barra comigo e também para sorrir. Encerrando essa etapa tão importante não deveria deixar de agradecer.

Primeiramente agradeço a Deus pela saúde, coragem e paciência para levantar e recomeçar quando tudo parecia que não tinha jeito.

Agradeço de todo coração a minha mãe Joseane (mainha), por todo apoio, preocupação, cuidado e amor ao longo desse percurso, não deixando de mencionar o orgulho que sempre demonstrou e falou me fazendo ser mais forte a cada dia. Aos meus irmãos Márcia e Gustavo por todas as mensagens cheias de amor e saudade. À minha avó (voinha) por todas as orações, conselhos e confiança em mim. A painho pela preocupação, amor (mesmo não dizendo, mas sinto rsrs) e ajuda quando precisei.

Às F05, Dayanara, Daiane (a agregada), Noêmia (chegou já nos cinco minutos do segundo tempo e conquistou meu coração, pegou minha bandeira e defendeu com unhas e dentes, obrigada por me fazer sentir protegida e amada quando mais precisei de apoio) e Elisama (La chica) em especial pela correção dos meus trabalhos acadêmicos e pela amizade ao longo do tempo na residência (4 anos). Pelas demonstrações de orgulho quando notava meu crescimento. Obrigada meninas por suas contribuições!

Às meninas Juci e Camila (por todas as dúvidas tiradas, atenção e prestatividade), Ranna, Hosana e Rafa, por todos os conselhos, abraços e sorrisos, por fazer os dias difíceis se tornarem melhores, vocês são demais (Dark Box). Obrigada por me acompanharem nos experimentos a todo o momento, por chegarem junto mesmo sempre que precisei (mexer solo/poeira/alergia), amo todas vocês de coração. Mamãe Ranna Banana.

Às amigas que a UFS trouxe para minha vida, Jennyfer e Rayanne, sem vocês eu não teria chegado aqui. Obrigada pelos ensinamentos e paciência no início da graduação!

Às minhas companheiras de estudos Laize e Rafaella Katiúscia, pelas palavras de apoio, conselhos, ajuda nas regas das plantas e por me permitirem desfrutar dessa sincera amizade. Katxutxa em especial por me acompanhar nos cuidados com o experimento e está 100% na assistência.

Às meninas Isadora e Karine, amigas do ensino médio que estão comigo até hoje por me motivaram a fazer o ENEM e estudar. Amo vocês meninas!

A Fabrício pelo amor, carinho e paciência quando eu sumia para estudar para as provas e ausência em dias importantes. Pelos estresses e choros a todo momento. Obrigada por estudar comigo para as disciplinas, Química orgânica em especial. Pelas idas aos sábados e domingos a UFS molhar plantas e cuidar do experimento. Sou muito grata, amarelo!

Agradeço aos meninos da monitoria em Química orgânica, Ivo e Gabriel, vocês são dois anjos que me salvaram de mais uma, obrigada pela paciência e ajuda com as listas e com meus enjoos. Vocês têm um lugarzinho reservado no céu.

Aos colegas de turma que ingressaram comigo, Washington, Fernando, Helberson e Léo (Marcos Leandro rsrs),

À minha orientadora Prof<sup>ra</sup> Dr<sup>a</sup> Bianca, por aceitar me orientar mesmo sem ter experiência nenhuma, pela paciência e acolhimento no laboratório. Obrigada!

Ao prof<sup>o</sup> Dr. Airon José da Silva, pelo incentivo, dedicação e auxílio durante o trabalho, sempre disposto a contribuir. Muito obrigada!

Agradeço a Alisson e Luis (seu minino) por carregarem mais de 30 kg de solo nas costas da Agronomia até o CCBS, a Luís em especial pela ajuda, seja com dúvidas, apoio e até mesmo com esse sorriso de minino de Vó, como vocês dizem eu sou uma ecóloga meio agrônoma rsrs.

Andre Luiz Souza da Silva pela ajuda e por me socorrer quando precisei de couve. Ah e pelas dicas de como plantar e horários de rega rsrs.

Agradeço a Prof<sup>ra</sup> Elizamar Ciríaco pelo apoio, atenção, e ajuda na realização das análises bioquímicas, como também aos meninos do Laboratório Rafael, Júnior e Maira que me auxiliaram sempre que precisei. Obrigada pelo acolhimento e convívio, mesmo sendo pouco tempo pude desfrutar de bons momentos com vocês.

Como disse Rafaella Santana, eu sou uma pessoa de sorte.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente durante essa caminhada, muito obrigada!

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>v</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>vi</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>6</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	6
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	6
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>6</b>
3.1 LOCAL DE CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .....	6
3.2 PLANTA HOSPEDEIRA.....	7
3.2.1 Plantas para manutenção dos insetos.....	7
3.2.2 Plantas para realização do bioensaio de olfatometria.....	7
3.3 OBTENÇÃO DOS PULGÕES PARA REALIZAÇÃO DOS BIOENSAIOS DE OLFATOMETRIA .....	9
3.4 BIOENSAIOS DE OLFATOMETRIA .....	10
3.5 EXPERIMENTO EM CONDIÇÕES NATURAIS .....	12
3.6 ANÁLISES BIOQUÍMICAS (PROTEÍNAS SOLÚVEIS E CARBOIDRATOS SOLÚVEIS).....	13
3.6.1 Proteína solúvel .....	14
3.6.2 Carboidratos solúveis totais.....	14
3.6.3 Análises estatísticas .....	15
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>16</b>
4.1 BIOENSAIOS DE OLFATOMETRIA .....	16
4.2 ANÁLISES DOS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS.....	17
4.3 EXPERIMENTO EM CONDIÇÕES NATURAIS .....	19
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>23</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>24</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Esquema de plantio das mudas de couve-manteiga *Brassica oleracea* var. *acephala* em vasos de jardinagem (3,6 L.) contendo uma camada de brita no fundo coberta por uma mistura de solo e calcário. .... 7
- Figura 2.** Vasos contendo mudas de couve-manteiga *Brassica oleracea* var. *acephala* adubadas de forma orgânica (T2) à esquerda e convencional (T1) à direita. .... 9
- Figura 3.** Pulgão *Lipaphis erysimi* mantido em folhas de couve. .... 10
- Figura 4.** Olfatômetro em Y utilizado no bioensaio. .... 11
- Figura 5.** Sistema utilizado para realização dos bioensaios de olfatometria, mostrando o olfatômetro em Y conectado às fontes de odor e o ar passando pelas câmaras previamente filtrado nas colunas de carvão e umidificado na coluna de água para verificar a preferência olfativa do pulgão. .... 12
- Figura 6.** Experimento realizado em condições naturais para verificar o desempenho de plantas de couve cultivadas sob diferentes tratamentos (Convencional, Orgânico e Testemunha). .... 13
- Figura 7.** Preparo de 11 tubos de ensaios com esquema de diluição da solução BSA 1,0 mg.mL<sup>-1</sup> para preparo da curva padrão de trabalho de proteína solúvel, resultando na equação ( $x = y / 0,0023$ ) utilizada como referência. .... 14
- Figura 8.** Adição dos extratos das amostras dos tratamentos orgânico (T2) e convencional (T1), fenol e ácido sulfúrico nos tubos de ensaio, a fim de obter a concentração de carboidratos solúveis. .... 15
- Figura 9.** Preparo de 11 tubos de ensaios com esquema de diluição da solução padrão de carboidratos 180 µg.mL<sup>-1</sup>, para preparo da curva padrão de trabalho, resultando na equação ( $x = y / 1,4533$ ) utilizada como referência. .... 15
- Figura 10.** Porcentagem de resposta olfativa de *Lipaphis erysimi* para plantas de couve, cultivadas de forma orgânica e convencional, em olfatômetro "Y". As barras representam as respostas dos pulgões. n=número de respostas. Os valores entre parênteses representam o número total de insetos testados. .... 16
- Figura 11.** Diâmetro do caule (mm) em plantas de couve *B. oleraceae* cultivadas de forma orgânica, convencional e testemunha. .... 20
- Figura 12.** Número de folhas (unidade) observadas nas plantas de couve *B. oleraceae* cultivadas de forma convencional, orgânico e testemunha. .... 20
- Figura 13.** Massa seca do material vegetal da parte aérea (em gramas) de couve *B. oleraceae* cultivadas de forma convencional, orgânico e testemunha. Secagem realizada em estufa a 60°C, durante 48 horas. .... 21

**Figura 14.** Massa seca da raiz (em gramas) de couve *B. oleraceae* cultivadas de forma convencional, orgânico e testemunha. Secagem realizada em estufa a 60°C por 48 horas.  
..... 21



## RESUMO

A agricultura convencional praticada em grande escala, tem como principal objetivo uma maior produtividade. O aumento da produção, geralmente está relacionado com o uso abusivo de agrotóxicos e fertilizantes, que além dos diversos problemas já conhecidos, tem aumentado a intensidade de pragas e doenças nas lavouras. A teoria da trofobiose defende que o uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes gera um desbalanço nutricional nas plantas, tornando-as mais atrativas a artrópodes sugadores e patógenos, devido principalmente, ao aumento na concentração de carboidratos e proteínas solúveis. O presente estudo teve como objetivo verificar se diferentes tipos de adubação podem influenciar no desenvolvimento de plantas de couve e consequentemente na sua atratividade ao pulgão *Lipaphis erysimi*. Para isso foram cultivadas plantas de couve *Brassica oleracea* var. *acephala* a partir da semeadura de genótipos comerciais. Após 30 dias da semeadura as mudas foram transplantadas para vasos contendo dois diferentes tratamentos (T), o substrato convencional (T1) composto por: solo + calcário + NPK e o substrato orgânico (T2) composto por uma mistura de solo + húmus. Para o teste de atratividade foram realizados bioensaios de olfatométrica utilizando um olfatômetro em Y. A análise dos parâmetros bioquímicos foi realizada a partir das folhas das plantas de couve cultivadas nos diferentes tratamentos (T1 e T2), sendo obtidas as concentrações de proteínas e carboidratos solúveis. Para avaliar o desenvolvimento das plantas foi realizado um experimento em condições naturais utilizando um delineamento de blocos ao acaso, com os seguintes tratamentos: testemunha, convencional e orgânico, com quatro repetições e três plantas de cada tratamento por bloco. Foi observado que os pulgões foram significativamente atraídos para as plantas de couve cultivadas de maneira convencional ( $P=0,03$ ), porém a análise dos parâmetros bioquímicos não demonstrou diferença nos teores de carboidratos solúveis ( $P=0,9513$ ) e proteínas solúveis nas folhas ( $P=0,1792$ ) entre os tratamentos. A análise dos parâmetros de desenvolvimento mostrou que plantas cultivadas de maneira convencional possuem maiores valores de diâmetro do caule ( $P=0,0004$ ), número de folhas ( $P=0,04$ ), massa seca parte aérea ( $P=0,002$ ) e massa seca da raiz ( $P=0,007$ ), não havendo diferença significativa no comprimento da parte aérea ( $P=0,20$ ) e no comprimento da raiz ( $P=0,62$ ) entre os tratamentos. Conclui-se que *L. erysimi* tem preferência olfativa por plantas de couve cultivadas de maneira convencional, corroborando com a teoria da trofobiose.

**Palavras-Chave:** Adubação orgânica, olfatometria, couve-manteiga, *Lipaphis erysimi*

## 1 INTRODUÇÃO

Há uma procura cada vez maior por meios alternativos e viáveis para o controle de populações de artrópodes herbívoros e patógenos frente aos mecanismos de controle propostos pela agricultura convencional (Avila et al. 2016). Nesse sentido, foi proposta por Chaboussou em 1969 a Teoria da Trofobiose, segundo a qual “todo o processo vital encontra-se sob a dependência da satisfação das necessidades do organismo vivo, seja ele vegetal ou animal”. Em outras palavras: “a planta ou, mais precisamente, o órgão, será atacado somente na medida em que seu estado bioquímico, determinado pela natureza e pelo teor de substâncias solúveis nutricionais, corresponda às exigências tróficas do parasita em questão” (Chaboussou 1999).

Segundo essa teoria, o acúmulo de substâncias solúveis se dá por perturbações no processo de síntese protéica (proteossíntese) e no metabolismo dos hidratos de carbono (Vilanova & Silva Junior 2010). Tais perturbações são provocadas por desequilíbrios minerais no solo, principalmente pelo uso de adubos minerais de alta solubilidade, em particular os nitrogenados e, na planta, pelo uso de compostos orgânicos sintéticos, podendo ocasionar interferência na fisiologia do vegetal, como a redução da proteossíntese e o acúmulo de aminoácidos livres e açúcares redutores (Alves et al. 2001, Vilanova & Silva Junior 2010).

Estudos realizados com insetos e ácaros fitófagos demonstraram que esses organismos dependem de substâncias solúveis como aminoácidos e açúcares redutores para sua sobrevivência, à exemplo de espécies de pulgões, cochonilhas, cigarrinha e trips (Chaboussou 1999, Michel 1966).

Uma planta desequilibrada nutricionalmente é mais susceptível ao ataque de herbívoros e patógenos do que outra em condições nutricionais adequadas (Zambolim & Ventura 1963). Os aspectos de resistência fisiológica das plantas estão diretamente relacionados ao “status” nutricional das mesmas que pode refletir em modificações, tanto na nutrição dos herbívoros e patógenos como no processo de produção e acúmulo de compostos que podem inibir a patogênese. Os mecanismos de resistência fisiológica pelos nutrientes estão associados à regulação de aminoácidos e da síntese protéica (Zambolim & Ventura 1963).

A trofobiose está intimamente relacionada aos mecanismos fisiológicos do

estresse, seja por déficit hídrico, alta radiação e temperatura, desequilíbrio nutricional ou qualquer outro motivo. Tais mecanismos são capazes de ocasionar o estado em que os aminoácidos livres e açúcares redutores podem se encontrar disponíveis para a alimentação de fitoparasitas (Silva 2008, Vilanova & Silva Junior 2010). Dessa maneira, é de suma importância analisar quais fatores atuam na promoção do estresse, como também determinar quais são as práticas agrícolas capazes de minimizá-lo (Silva 2008).

O uso de indicadores para análise da trofobiose possibilita que haja um planejamento para o manejo técnico, proporcionando o aumento da resistência fisiológica e, por conseguinte, a sustentabilidade do agroecossistema. O equilíbrio trofobiótico está relacionado ao manejo do sistema como um todo, onde vários fatores e interações, bem como as práticas agrícolas escolhidas contribuem para um aumento da sustentabilidade, e possivelmente uma menor vulnerabilidade das plantas a herbívoros e patógenos (Silva 2008).

Um experimento feito em plantio de milho demonstrou que a infestação da lagarta *Spodoptera frugiperda* foi diferenciada nos tratamentos avaliados (orgânico, químico e sem adubação), havendo uma maior resistência nas plantas cultivadas de forma orgânica e maior infestação nas parcelas com adubação química, indicando que o tipo de fertilização pode alterar a resposta de defesa da planta e que plantas nutricionalmente equilibradas são naturalmente mais resistentes às pragas (Roel et al. 2017).

Um estudo utilizando diferentes variedades de cana-de-açúcar demonstrou que os açúcares presentes nas folhas podem refletir o estado metabólico da fotossíntese e/ou a capacidade de translocação dos açúcares para os tecidos de reserva. Foi observado que as variedades que apresentaram maior capacidade fotossintética, e possivelmente estavam mais adaptadas as condições encontradas durante o experimento, produziram maior quantidade de açúcares totais, refletindo em maiores níveis na folha (Zielinski et al. 2010). Os açúcares solúveis têm sido relatados como solutos osmóticos ativos em plantas sob estresse abiótico, como por exemplo, a salinidade. Aumentos significativos nos teores desses compostos têm sido registrados na literatura como resposta de diversas plantas a esses estresses (Dubois et al. 1956).

A exposição das plantas a diferentes tipos de estresses ambientais pode acarretar o acúmulo de substâncias como a prolina, putrescina e poliaminas (Fumis & Pedras 2002). Quando esses compostos são acumulados sob o estado de deficiência hídrica, por

exemplo, levam a associação da tolerância das mesmas a essa condição desfavorável, com envolvimento no mecanismo de regulação osmótica (Burle & Rodrigues 1990, Fumis & Pedras 2002, Sarker et al. 2005).

De acordo com Galston & Kaur-Sawhney (1990), todos os organismos contêm as diaminas, putrescina e poliamina. A putrescina é sintetizada a partir de aminoácidos e as poliaminas ocorrem nas formas livres e podem estar relacionadas a condições externas, tais como temperatura, luz, variáveis químicas e variáveis estressantes. Essas aminas podem influenciar o crescimento em plantas, bem como a resposta a estresses fisiológicos.

Uma característica considerada marcante de um distúrbio no metabolismo das proteínas é a mudança nas proporções dos aminoácidos e, frequentemente, um aumento elevado na concentração de prolina (Larcher 2000). A prolina é um aminoácido altamente hidrófilo, capaz de estabilizar colóides e processos metabólicos no tecido, armazenando carbono, nitrogênio e energia (Machado et al. 1976). É sugerido que seu acúmulo é utilizado na biossíntese de clorofila após a reidratação, além de outros caminhos metabólicos e síntese de proteínas (Sawazaki 1981).

Experimentos realizados com folhas de couve demonstraram que plantas cultivadas com adubação orgânica apresentaram valores de prolina significativamente menores dos que as plantas com adubação convencional. O baixo nível de prolina nas folhas pode reduzir a vulnerabilidade da planta ao ataque de fitoparasitas (Vilanova & Silva Junior 2010). A síntese da prolina pode atuar como parte de um mecanismo de sobrevivência sob condições de estresse (Sarker et al. 2005).

Nas raízes da cultivar IAC91-5155 de cana-de-açúcar, foi constatado que a prolina livre é indicadora fisiológica do efeito da associação do estresse hídrico e da acidez em condições severas (Carlin & Santos 2009, Rhein et al. 2011). Nos tratamentos de acidez do solo para a disponibilidade hídrica foi observado um aumento da acidez à medida que houve redução dos teores de prolina livre, sendo evidenciado um efeito osmoprotetor da prolina livre por meio da interação severa dos estresses que conduzem a um ajuste osmótico do vegetal (Rhein et al. 2011).

Na natureza, as plantas desenvolveram e aperfeiçoaram uma diversidade significativa de mecanismos de defesa utilizados contra condições ambientais adversas, como o ataque de macro e microorganismos antagonistas. As defesas das plantas são expressas constitutivamente, mas também podem ser induzidas em resposta ao estresse abiótico ou biótico, como por exemplo, a herbivoria (Karban 1997, Schoonhoven et al.

2006). Estas defesas induzidas oferecem inúmeras vantagens para a planta, uma vez que retardam a adaptação do herbívoro, reduzem o investimento em mecanismos de defesa e o desenvolvimento de resistência dos herbívoros (Agrawal et al. 1999). Em relação às defesas induzidas indiretas das plantas, tem-se a mudança no volume e na concentração de açúcares e aminoácidos do néctar extrafloral, assim como a produção e emissão de compostos orgânicos voláteis que promovem a atração de predadores e parasitoides (Pinto-Zevallos et al. 2013).

A dinâmica nos agroecossistemas pode estar relacionada ao tipo de cultivo utilizado. As diferentes formas de manejo têm influência direta na complexidade das interações ecológicas, tanto em relação aos aspectos positivos, quanto aos negativos inerentes a cada técnica (Silva 2008).

O termo Agricultura Orgânica é utilizado para referir-se a um modelo não convencional de agricultura, baseado em princípios ecológicos. Visando contribuir para a preservação da vida e da natureza, esse modelo prioriza a manutenção dos recursos naturais, a nutrição vegetal e a proteção de plantas (Penteado 2001). Sua base técnica está na manutenção da fertilidade do solo e da saúde das plantas por meio da adoção de boas práticas agrícolas, como a diversificação e rotação de culturas, adubação orgânica, manejo ecológico de herbívoros e doenças e a preservação ambiental (Kamiyama 2011). De acordo com a Lei federal nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003:

o sistema orgânico é todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica; a maximização dos benefícios sociais; a minimização da dependência de energia não renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos; e a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente.

No que diz respeito à agricultura orgânica em termos de benefícios, estão a redução do processo erosivo, maior retenção de água, melhor disponibilidade de nutrientes às plantas, menor diferença de temperatura do solo durante o dia e a noite, estimulação da atividade biológica, o aumento da taxa de infiltração e maior agregação de partículas do solo (Santiago & Rosseto 2015). A agricultura orgânica é uma

agricultura permanente, onde a regeneração do sistema se dá pelo constante estímulo à vida (Rivera 2014).

A couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) é uma planta herbácea de folhas grandes, suculentas, de coloração verde, pertencente à família Brassicaceae. Essa espécie requer um solo solto e fresco, rico em matéria orgânica, sem excesso de acidez e ensolarado. Pode ser cultivada durante o ano todo, mantendo-se constante a irrigação, porém sem excesso. Geralmente os cultivos de couve podem sofrer ataques de lagartas e pulgões (Penteado 2010). Os pulgões são insetos sugadores que durante a alimentação sugam a seiva e ao mesmo tempo injetam toxinas e transmitem viroses. À medida que ocorre o aumento da população desses herbívoros, as plantas atacadas tornam-se enfraquecidas devido à grande quantidade de seiva retirada e de toxinas injetadas (Neves et al. 2011).

O pulgão *Lipaphis erysimi* (L) Kaltenbach (Hemiptera: Aphididae) conhecido popularmente como pulgão da mostarda, pertence à subfamília Aphidinae. Ataques desse inseto podem reduzir a produção de algumas culturas em até 70% (Atri et al. 2012). Esta espécie tem distribuição mundial, atacando as partes terminais de talos, a parte abaxial das folhas e as inflorescências de várias espécies de crucíferas, causando amarelecimento e encarquilhando das plantas, prejudicando desta forma a comercialização do produto. *Lipaphis erysimi* atua como vetor de mais de dez vírus fitopatogênicos, como por exemplo, o anel negro da couve (Peña-Martinez 1992 apud Godoy & Cividanes 2001).

Por meio da compreensão e aplicação da Teoria da trofobiose nos sistemas produtivos aliados às tecnologias utilizadas atualmente na agricultura orgânica, como é o caso dos fertilizantes orgânicos, há grande possibilidade de propiciar o equilíbrio estável ao complexo solo-planta-herbívoro (Avila et al. 2016). Nesse sentido, é fundamental pesquisar métodos e técnicas que ofereçam um maior equilíbrio a cultura de interesse. Diante do que foi exposto, o presente trabalho teve por objetivo observar a influência da adubação orgânica e convencional na atratividade do pulgão *L. erysimi* às plantas de couve, além de verificar possíveis diferenças nos parâmetros bioquímicos e de desenvolvimento entre as plantas cultivadas nos diferentes substratos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O presente estudo teve como objetivo verificar se diferentes tipos de adubação podem influenciar no desenvolvimento e de plantas de couve e consequentemente na sua atratividade ao pulgão *Lipaphis erysimi*.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Verificar a preferência olfativa do pulgão por plantas cultivadas de forma orgânica e convencional;
- Analisar se existe diferença nos teores de proteínas solúveis e carboidratos solúveis entre as plantas de couve cultivadas nos diferentes sistemas;
- Verificar se existe diferença no desenvolvimento de plantas cultivadas com diferentes formas de adubação (orgânica, convencional e somente o solo).

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 LOCAL DE CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO**

As plantas foram cultivadas em um viveiro telado na área externa do Bloco “A” do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS) da Universidade Federal de Sergipe (UFS). Os bioensaios de preferência olfativa foram realizados no Laboratório de Ecologia Química (LAEQ) do Departamento de Ecologia (DECO) da UFS. O experimento em condições naturais foi realizado em uma área próximo ao viveiro supracitado.



## 3.2 PLANTA HOSPEDEIRA

### 3.2.1 Plantas para manutenção dos insetos

Para manutenção do pulgão foram cultivadas plantas de couve a partir da semeadura de genótipos comerciais de *Brassica oleracea* var. *acephala* (couve – manteiga da Geórgia da empresa Isla Park ®), em bandejas de poliestireno expandido (isopor) com 200 células. Foi utilizado o substrato comercial Vitaplan® composto de: casca de *Pinus* sp., areia para substrato, vermicomposto e vermiculita. Utilizou-se uma semente por célula, depositada a 0,5 cm de profundidade do substrato. Após a semeadura, a bandeja foi mantida no local citado anteriormente (tópico 3.1).

Após trinta dias de semeadura, as mudas foram transplantadas para vasos de jardinagem (3,6 litros), utilizando duas mudas por vaso. Os vasos continham uma camada de brita no fundo para drenagem da água, coberta por uma mistura de solo e calcário (**Figura 1**). O calcário foi adicionado com a finalidade de corrigir a acidez do solo na proporção de 3g de calcário para 3 kg de solo.



**Figura 1.** Esquema de plantio das mudas de couve-manteiga *Brassica oleracea* var. *acephala* em vasos de jardinagem (3,6 L.) contendo uma camada de brita no fundo coberta por uma mistura de solo e calcário.

### 3.2.2 Plantas para realização do bioensaio de olfatometria.

Para a realização do bioensaio de olfatometria as plantas foram cultivadas de

forma semelhante para manutenção dos insetos (tópico 3.2.1). As sementes tiveram uma taxa de germinação de 76%. As mudas foram mantidas no viveiro sendo regadas duas vezes ao dia (manhã e tarde), até completarem 30 dias. Após esse período as mudas foram transplantadas para os vasos contendo os diferentes tratamentos (orgânico e convencional), onde permaneceram até atingir três meses de idade.

O solo utilizado para o tratamento convencional (T1) foi proveniente do Campus Rural da UFS, localizado na BR 101, município de São Cristóvão - SE. O solo do tratamento orgânico (T2) foi obtido de uma propriedade rural que pratica agricultura orgânica desde 1985. A propriedade fica localizada no Perímetro Irrigado da Ribeira no Povoado Junco em Areia Branca, Região Agreste Central de Sergipe, localizado a 54 km da capital (ASN-Agência Sergipe de Notícias, 2014).

A preparação do substrato por vaso para o T1 consistiu de 2,6 kg de solo + 1,0 g de NPK 10-15-10 (10 % de N, 15% de  $P_2O_5$ , 10% de  $K_2O$ ) + 2,0 g de calcário (para correção do pH do solo, a calagem foi feita antes da adubação), seguindo a recomendação técnica para a cultura da couve (Sobral 2007). O T2 foi constituído de 2,6 kg de solo orgânico + 26,6 g de húmus. Os compostos foram misturados em ambos os tratamentos. O NPK foi macerado para facilitar sua mistura e disponibilidade para a planta. Os substratos foram devidamente pesados em balança obtendo um total de 14 vasos, sendo sete do T1 e sete do T2.

Os vasos contendo os diferentes tratamentos (**Figura 2**) ficaram no viveiro telado, por um período de três meses, até serem utilizadas nos experimentos. A irrigação foi realizada manualmente com o auxílio de um borrifador duas vezes ao dia (manhã e tarde) até a realização do bioensaio.



**Figura 2.** Vasos contendo mudas de couve-manteiga *Brassica oleracea* var. *acephala* adubadas de forma orgânica (T2) à esquerda e convencional (T1) à direita.

### 3.3 OBTENÇÃO DOS PULGÕES PARA REALIZAÇÃO DOS BIOENSAIOS DE OLFATOMETRIA

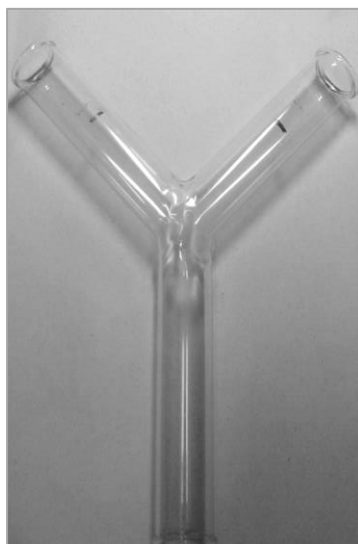
A população do pulgão *L. erysimi* (**Figura 3**) utilizada nos bioensaios foi proveniente de plantas de couve cultivadas em casa de vegetação no Departamento de Agronomia (DEA) da UFS. Uma folha infestada com os pulgões foi retirada e transferida para as plantas de couve cultivadas para a manutenção dos mesmos (tópico 3.2.1). Os pulgões foram mantidos em gaiolas de plástico teladas (45x45x45cm, malha de 149 $\mu$ m, LabCreation, Piracicaba, SP) para evitar fuga, contendo duas plantas de couve por gaiola. As plantas de couve mortas foram substituídas por plantas novas garantindo que houvesse alimento constante para os pulgões.



**Figura 3.** Pulgão *Lipaphis erysimi* mantido em folhas de couve.

#### 3.4 BIOENSAIOS DE OLFATOMETRIA

Para os bioensaios de olfatometria foi utilizado um olfatômetro em Y de dupla escolha que consiste em tubo de vidro com 2,5 cm de diâmetro, tendo seu tubo principal 14 cm de comprimento e 11 cm em cada um dos braços menores (**Figura 4**). O sistema consistiu em câmaras de vidro onde foram colocadas as plantas de cada tratamento (T1 e T2). Por essas câmaras foi passado um fluxo de ar previamente filtrado e umedecido por meio de duas colunas de carvão ativado e uma coluna de água destilada.



**Figura 4.** Olfatômetro em Y utilizado no bioensaio.

Os braços menores do olfatômetro em Y foram conectados por mangueiras de teflon às câmaras de vidro contendo as diferentes fontes de odor (plantas com adubação orgânica vs adubação convencional, contendo três meses de idade) (**Figura 5**).

Antes de dar início aos testes, os pulgões foram coletados das plantas de couve estabelecidas para manutenção dos insetos e colocados individualmente em *eppendorfs* com o auxílio de um pincel, onde permaneceram sem alimento por no mínimo duas horas antes dos testes.

Cada pulgão foi colocado individualmente na extremidade do braço maior do olfatômetro e seu comportamento foi observado por no máximo 20 minutos. Esse tempo foi obtido após testes preliminares que ajudaram a definir seu tempo de resposta. Foi considerado como resposta, o inseto que ultrapassou a metade de um dos braços menores (previamente marcado). Durante a realização do experimento, o olfatômetro foi invertido a 180° a cada 5 repetições, assim como as fontes de odores foram invertidas para evitar que os insetos se habituassem a um dos lados. Após a realização do teste, o olfatômetro foi lavado com detergente e água, enxaguado com álcool e água destilada e posteriormente colocado na estufa a 150°C por no mínimo uma hora para evitar contaminação.



**Figura 5.** Sistema utilizado para realização dos bioensaios de olfatometria, mostrando o olfatômetro em Y conectado às fontes de odor e o ar passando pelas câmaras previamente filtrado nas colunas de carvão e umidificado na coluna de água para verificar a preferência olfativa do pulgão.

### 3.5 EXPERIMENTO EM CONDIÇÕES NATURAIS

O experimento foi conduzido em uma área próxima ao viveiro entre os blocos A e B do CCBS. Para avaliar o desenvolvimento das plantas foi realizado um experimento em condições naturais com vasos utilizando um delineamento de blocos ao acaso, com os seguintes tratamentos: testemunha, convencional e orgânico, com quatro repetições e três plantas de cada tratamento por bloco. Cada bloco possuía as dimensões de 2,0 x 1,0 m, com distância mínima de 2,0 m entre eles. Em cada bloco, foram dispostas aleatoriamente três plantas de cada tratamento, totalizando nove plantas por bloco, distanciadas de no mínimo 50 cm (**Figura 6**). Para definição do local de cada planta, foi realizado um sorteio, para que não houvesse influência na escolha. O tratamento convencional (C) consistiu de 2,6 kg de solo + 1,0 g de NPK+ 2,0 g de calcário por vaso. O tratamento orgânico (ORG) de 2,6 kg de solo orgânico + 26,6 g de húmus e a testemunha (T), 2,6 kg de solo+ 2,0 g de calcário. O solo dos tratamentos C e T foram provenientes do Campus Rural e do ORG, foi proveniente de uma propriedade rural, como descrito no tópico 3.2.2.

As mudas utilizadas nesse experimento foram provenientes das mudas mantidas no viveiro e preparadas como descrito no tópico 3.2.1. As mudas foram transplantadas



para vasos contendo os diferentes tratamentos e irrigadas em seguida, procurando manter o substrato sempre com boa umidade e sem encharcamento (Penteado 2010).

As plantas foram coletadas aos 50 dias após a semeadura. Estas foram lavadas em água corrente para eliminação do substrato e posteriormente avaliadas. Os parâmetros avaliados foram: comprimento da parte aérea (CA), comprimento da raiz (CR), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), massa seca da parte aérea (MSA) e massa seca da raiz (MSR), além de observar a ausência e presença de herbivoria.

A altura da parte aérea e da raiz foi medida com o auxílio de uma régua graduada em centímetros. O CA das plantas foi medida do colo até a última folha e CR foi medida do colo até a parte terminal da raiz. Para determinação da massa seca da raiz e da parte aérea as amostras foram colocadas separadamente em sacos de papel e postas para secar em estufa a 60°C, durante 48 horas. Em seguida fez-se a pesagem em balança semi-analítica. O DC foi medido com o auxílio de um paquímetro digital.



**Figura 6.** Experimento realizado em condições naturais para verificar o desempenho de plantas de couve cultivadas sob diferentes tratamentos (Convencional, Orgânico e Testemunha).

### 3.6 ANÁLISES BIOQUÍMICAS (PROTEÍNAS SOLÚVEIS E CARBOIDRATOS SOLÚVEIS)

Para as análises dos parâmetros bioquímicos foram coletadas folhas intermediárias completamente desenvolvidas em sete plantas de couve por tratamento. Dessas folhas, foram pesadas 0,5 g, sendo esse volume acondicionado em papel alumínio e congelado até o preparo dos extratos. O extrato foliar foi preparado a partir

da maceração das folhas congeladas com a utilização de almofariz e pistilo. A essas folhas maceradas foi adicionado 5 ml de solução tampão fosfato monobásico 0,1 M, contendo EDTA a 0,1 mM. Essa mistura foi centrifugada a 4000 RPM por 20 min em centrífuga refrigerada a 0° C. Foi obtido um total de quatorze amostras, sendo sete de cada tratamento (T1 e T2).

### 3.6.1 Proteína solúvel

a) Para analisar a concentração de proteínas solúveis, foi realizado o método de Bradford (1976). Nessa análise, para cada amostra foi utilizado 200  $\mu$ L do extrato bruto (T1 e T2) diluído, sendo colocados em tubos de ensaio e em seguida adicionou-se 2,0 ml do “reagente de Bradford”. Os tubos de ensaio foram agitados, e após 15 minutos realizou-se a leitura em espectrofotômetro à 595 nm. Realizada as leituras das amostras, foram feitos os cálculos da concentração de proteínas solúvel, tendo como referência a equação ( $x=y/0,0023$ ) obtida através da curva padrão (**Figura 7**) (Bradford 1976).



**Figura 7.** Preparo de 11 tubos de ensaios com esquema de diluição da solução BSA 1,0 mg.mL<sup>-1</sup> para preparo da curva padrão de trabalho de proteína solúvel, resultando na equação ( $x= y/ 0,0023$ ) utilizada como referência.

### 3.6.2 Carboidratos solúveis totais

Para analisar a concentração de carboidratos solúveis totais foram adicionados em cada tubo de ensaio 500  $\mu$ L do extrato bruto (T1 e T2) diluído + 500  $\mu$ L de solução Fenol (5%) + 2,5 ml de ácido sulfúrico concentrado, sendo ambos os tratamentos



diluídos em 20 vezes (**Figura 8**). Os tubos foram deixados em repouso por 10 minutos. Em seguida, realizaram-se as leituras em espectrofotômetro a 490 nm. Após as leituras das amostras, foram feitos os cálculos da concentração de carboidratos solúveis totais, tendo como referência a equação ( $x=y/1,4533$ ), obtida através da curva padrão (**Figura 9**) (Dubois1956).



**Figura 8.** Adição dos extratos das amostras dos tratamentos orgânico (T2) e convencional (T1), fenol e ácido sulfúrico nos tubos de ensaio, a fim de obter a concentração de carboidratos solúveis.



**Figura 9.** Preparo de 11 tubos de ensaios com esquema de diluição da solução padrão de carboidratos  $180 \mu\text{g.mL}^{-1}$ , para preparo da curva padrão de trabalho, resultando na equação ( $x= y/1,4533$ ) utilizada como referência.

### 3.6.3 Análises estatísticas

Os dados do teste de preferência olfativa foram analisados através do teste Binomial unicamente entre aqueles indivíduos que responderam a um dos tratamentos convencional ou orgânico durante o período de tempo determinado.

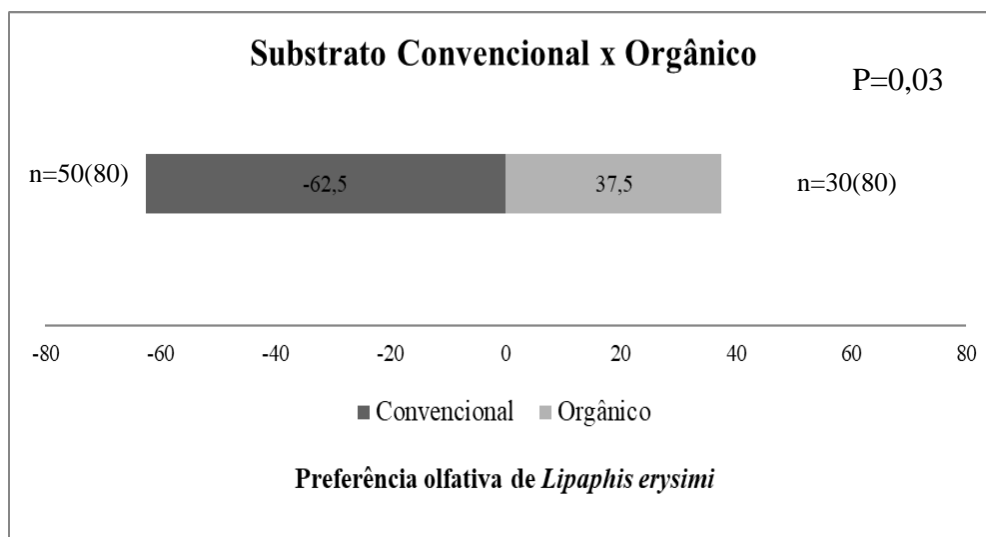
Para verificar se existiam diferenças nas concentrações de proteínas solúveis e carboidratos solúveis entre os tratamentos foi realizado Test T.

Para observar se existiam diferenças entre os parâmetros de desenvolvimento coletados das plantas dos tratamentos C, ORG e T em campo, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis análogo ao teste F utilizado na ANOVA 1 fator. Todos os dados foram analisados no programa R (R Development core Team, 2017).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 BIOENSAIOS DE OLFATOMETRIA

As respostas dos pulgões no bioensaio de olfatometria para os diferentes tratamentos apresentaram diferença significativa ( $P=0,03$ ) (**Figura 10**). Os pulgões preferiram as plantas cultivadas de forma convencional ( $N=50$ ) às cultivadas de forma orgânica ( $N=30$ ).



**Figura 10.** Porcentagem de resposta olfativa de *Lipaphis erysimi* para plantas de couve, cultivadas de forma orgânica e convencional, em olfatômetro "Y". As barras representam as respostas dos pulgões. n=número de respostas. Os valores entre parênteses representam o número total de insetos testados.

Os resultados indicam a preferência do herbívoro pelo odor emitido por plantas cultivadas de forma convencional, sugerindo um provável desbalanço nutricional nas plantas de couve adubadas de tal forma. Plantas cultivadas organicamente suportam

melhor o ataque de herbívoros, comparadas com as plantas adubadas quimicamente, ou seja, sofrem menor incidência de pragas e consequentemente menores danos na produção (Soares et al. 2013). Essa menor resistência pode ocorrer, pois geralmente plantas adubadas com fertilizantes convencionais possuem um maior teor de aminoácidos livres e açúcares solúveis que atraem um número maior de fitófagos. Já nas plantas cultivadas com adubação orgânica, a solubilização ocorre de forma gradual, permitindo a formação de cadeias de proteínas, dificultando, dessa maneira, a digestão por parte dos herbívoros (Pinheiro & Barreto 1997).

De maneira semelhante aos resultados encontrados no presente estudo, outras pesquisas demonstram a preferência dos herbívoros por plantas com adubação química. Foi observado que a lagarta *S. frugiperda*, demonstrou preferência por plantas de milho nas parcelas que continham adubação química, aumentando a incidência e fornecendo melhor desenvolvimento e consequentemente aumento da sua viabilidade (Roel et al. 2017). Em cultivos de berinjela foi observado que a adubação química propiciou maior infestação e desenvolvimento de ovos e ninfas de mosca-branca. Já na adubação com a utilização de compostos orgânicos ocorreu a diminuição da população das mesmas (Takahashi 2005).

Em cultivos de tomate foi observada menor incidência de ninfas de *Bemisia tabaci* nas plantas adubadas organicamente. A utilização da adubação orgânica propiciou menor densidade de ninfas de mosca branca, que a utilização de adubação mineral (Soares et al. 2013). Nesta linha de pensamento, ao avaliar o policultivo de tomate e coentro em sistemas orgânicos de produção, foi verificada uma redução na densidade populacional de adultos e ninfas de *B. tabaci* e maior abundância de inimigos naturais, favorecendo o controle biológico dessa praga e apoiando um padrão de não-preferência desse herbívoro por plantios consorciados de tomate e coentro em sistemas orgânicos, em comparação ao sistema convencional (Togni et al. 2009).

#### 4.2 ANÁLISES DOS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS

As análises de concentração de proteínas ( $P=0.1792$ ) e carboidratos solúveis ( $P=0.9513$ ) nas folhas de couve (*B. oleracea*), não demonstraram diferença significativa entre os dois tratamentos (T1 e T2). Esse resultado contradiz os resultados encontrados em um estudo recente, onde houve uma concentração elevada de proteínas solúveis em

plantas de couve cultivadas de forma convencional, sugerindo que esse aumento pode estar associado ao excesso de adubos nitrogenados, no caso, o uso da ureia nas plantas convencionais (Souza 2016).

No presente estudo não houve aplicação de ureia em cobertura, a adubação convencional foi feita somente com a aplicação de NPK seguindo a recomendação técnica utilizada para a cultura (Sobral 2017). Esse fato pode ter contribuído para as plantas não apresentarem diferenças significativas no teor de proteínas e carboidratos solúveis.

Um dos fatores que irá determinar ou não a disponibilidade de alimento aos organismos-praga é a forma que a planta é cultivada (Souza 2016). Uma pesquisa realizada em cultivos de couve verificou que o equilíbrio metabólico das plantas foi influenciado pelo tipo de manejo, orgânico ou convencional, utilizado na lavoura. A couve cultivada no sistema orgânico apresentou um equilíbrio do sistema metabólico, com maiores valores nas trocas gasosas e menor teor de aminoácidos livres, possibilitando melhor potencial produtivo e menor vulnerabilidade ao ataque de pragas e doenças (Vilanova & Silva Junior 2010).

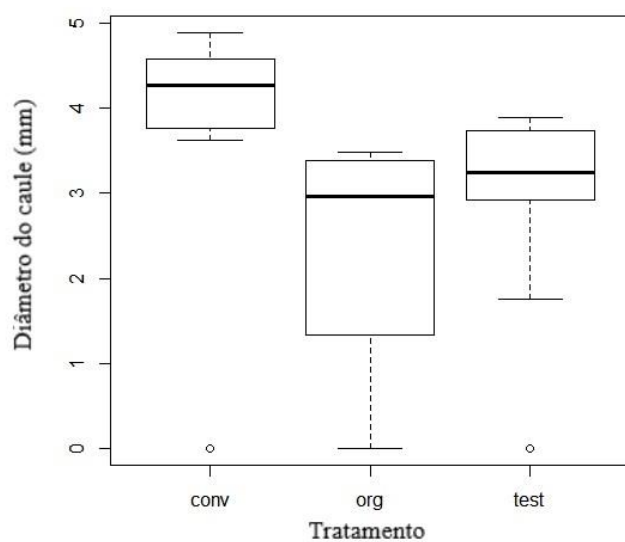
Outros resultados foram encontrados em diferentes culturas, onde o excesso de nitrogênio proporcionou um aumento no teor de aminoácidos livres, como em grãos de feijão (Binotti 2005) e grãos de ervilha (Cardoso et al. 2012). Como também aumentou os teores de carboidratos e de proteína das raízes na mandioquinha-salsa (Nunes et al. 2016). Também já foi observado que um aumento nos teores de proteínas e decréscimo nos teores de açúcares solúveis totais estão relacionados com maior intensidade de ataque do bicho-mineiro, desta forma, um maior número de bicho-mineiro do café foi atraído pelas plantas cultivadas com excesso de nitrogênio (Caixeta et al. 2004). O nitrogênio está intimamente envolvido na maioria dos processos fisiológicos da planta, podendo afetar o crescimento ou a virulência do patógeno. Desta forma, muitos constituintes da planta alterados pelo N (aminoácidos, proteína, ácidos nucleicos, entre outros) estão correlacionados com a resistência ou a suscetibilidade (Zambolim & Ventura 2012).

Resultado semelhante à análise de carboidratos solúveis na folha foi encontrado no trabalho de Souza (2016), no qual os teores de açúcares solúveis não apresentaram diferença significativa entre as couves cultivadas de forma orgânica e convencional. Como também no estudo de Vilanova & Silva Junior (2010), onde não foi observado diferença entre os tratamentos, tanto na couve, como no pimentão.

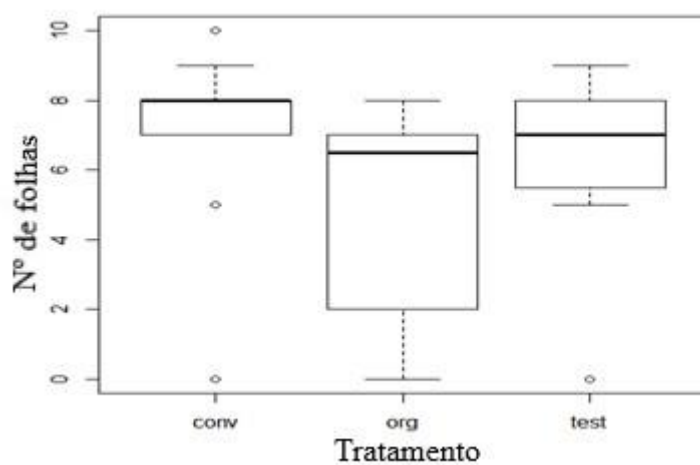
Apesar da análise estatística não ter mostrado diferença significativa entre as concentrações de proteínas solúveis pode-se observar que as plantas adubadas de maneira convencional apresentaram uma leve tendência ao resultado esperado. Esses valores podem ser reflexo das diferentes origens dos solos utilizados nos diferentes tratamentos, uma vez que o solo orgânico foi proveniente de uma propriedade rural que utiliza a agricultura orgânica a mais de 33 anos e desta forma os nutrientes encontram-se mineralizados, enquanto que os adubos solúveis foram disponibilizados via adubação química.

#### 4.3 EXPERIMENTO EM CONDIÇÕES NATURAIS

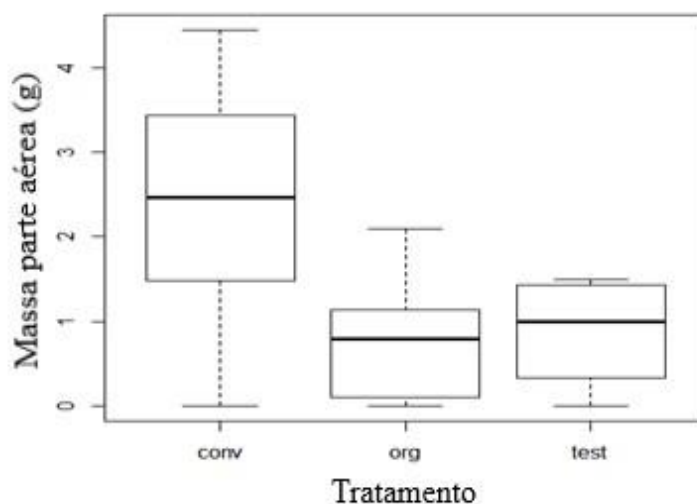
Os resultados obtidos ao analisar os parâmetros de desenvolvimento avaliados mostraram que plantas cultivadas de maneira convencional possuem maiores valores de diâmetro do caule ( $P=0,0004$ ) (**Figura 11**), número de folhas ( $P=0,04$ ) (**Figura 12**), massa seca da parte aérea ( $P=0,002$ ) (**Figura 13**) e massa seca da raiz ( $P=0,007$ ) (**Figura 14**), não havendo diferença significativa entre o comprimento da parte aérea ( $P=0,20$ ) e comprimento da raiz ( $P=0,62$ ) nos diferentes tratamentos. Desta forma, demonstrando que as plantas que receberam adubação química apresentaram maior desenvolvimento e crescimento do que as plantas adubadas organicamente e a testemunha.



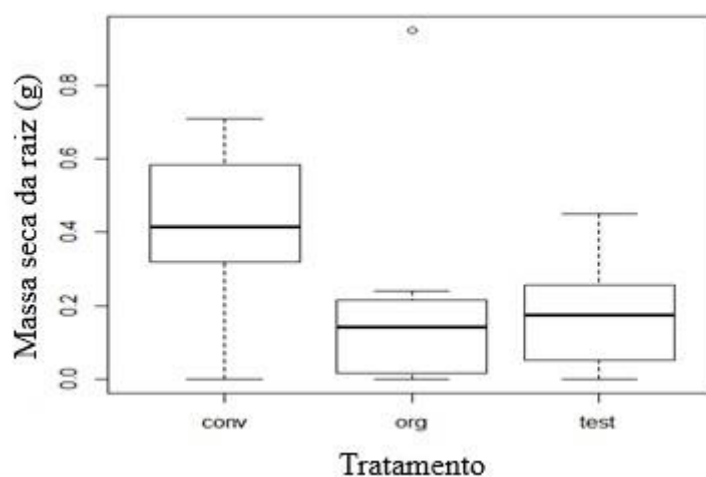
**Figura 11.** Diâmetro do caule (mm) em plantas de couve *B. oleraceae* cultivadas de forma orgânica, convencional e testemunha.



**Figura 12.** Número de folhas (unidade) observadas nas plantas de couve *B. oleraceae* cultivadas de forma convencional, orgânico e testemunha.



**Figura 13.** Massa seca do material vegetal da parte aérea (em gramas) de couve *B. oleraceae* cultivadas de forma convencional, orgânico e testemunha. Secagem realizada em estufa a 60°C, durante 48 horas.



**Figura 14.** Massa seca da raiz (em gramas) de couve *B. oleraceae* cultivadas de forma convencional, orgânico e testemunha. Secagem realizada em estufa a 60°C por 48 horas.

Quanto à herbivoria, de um total de 36 plantas, foram encontradas 24 plantas danificadas, nas quais foi observado que em dez plantas convencionais e sete testemunhas apresentavam os seguintes sinais: presença do inseto sugador mosca branca, folhas minadas e folhas danificadas, sugerindo ter sofrido herbivoria por coleópteros. Já nas plantas sob adubação orgânica, em sete vasos foi possível observar apenas a presença de mosca branca. Algumas folhas do tratamento testemunha apresentavam-se amareladas. O amarelecimento das folhas (clorose) pode ser causado pela falta de nitrogênio (Malavolta et al. 1997, Taiz & Zeiger 2004), pois o N é o

elemento mineral exigido em maiores quantidades. Ele serve como constituinte de muitos componentes da célula vegetal, incluindo ácidos nucléicos e aminoácidos (Taiz & Zeiger 2004).

Nas plantas cultivadas de forma convencional foram observados os maiores diâmetros de caule em comparação aos demais tratamentos, tendo como exemplo o diâmetro maior de 4,89 mm, e as plantas orgânicas obtiveram menores diâmetros, sendo 3,49 mm o maior diâmetro encontrado. Os resultados também indicam que as plantas convencionais em comparação aos demais tratamentos (orgânico e testemunha) obtiveram maior massa seca tanto de raiz, quanto de parte aérea e maior número de folhas, podendo estar relacionada à utilização do adubo químico (NPK).

Semelhante aos resultados encontrados no presente estudo, foram observados que a adubação nitrogenada aumentou linearmente a altura das plantas, o diâmetro do caule e o número de folhas em plantas de mandioquinha-salsa (Nunes et al. 2016). Em pesquisa realizada com grãos de feijão foi evidenciado que com a aplicação de nitrogênio, ocorre o aumento da massa seca da planta (Binotti et al. 2009).

Se uma planta tem maior diâmetro do caule não quer dizer que ela se desenvolveu mais, pois o desequilíbrio decorrente de alguns elementos em excesso pode trazer desenvolvimento de partes que não são de interesse para aquela planta pensando na parte econômica, pois para a cultura da couve o importante é o tamanho da folha, ou seja, um determinado elemento pode provocar desenvolvimento no caule e não desenvolvimento de folha e raiz, o que implica em dizer que essas plantas podem ter sofrido influência da adubação com fertilizantes minerais de alta solubilidade (NPK), sugerindo que a disponibilidade do NPK proporcionou maior crescimento das plantas de couve no presente estudo. No entanto, sua utilização pode causar desequilíbrio nutricional na planta, pois a adição de adubos minerais solúveis, principalmente os nitrogenados, quando absorvidos pelas plantas e levados para o seu interior, podem influenciar em sua fisiologia, reduzindo a proteossíntese e acumulando aminoácidos e açúcares redutores, produtos facilmente assimilados pelos herbívoros (Polito 2005).

Entretanto, quando a planta está equilibrada nutricionalmente, ela irá produzir por meio do seu metabolismo e fotossíntese substâncias complexas, que são mais difíceis de serem digeridas e assimiladas pelos herbívoros, principalmente ácaros e insetos sugadores (Chaboussou 1999). Porém, o ataque de herbívoros é mais susceptível as plantas em desequilíbrio nutricional, pois possuem em sua seiva o alimento que esses organismos precisam.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O *L. erysimi* tem preferência olfativa por plantas de couve cultivadas de maneira convencional, corroborando com a teoria da trofobiose.

Os parâmetros de desenvolvimento mostraram-se maior nas plantas convencionais, em comparação aos demais tratamentos, orgânico e testemunha.

As concentrações de carboidratos e proteínas solúveis nas folhas de couve não demonstraram diferença significativa entre as plantas cultivadas com adubação orgânica e química, apesar das plantas convencionais terem sido mais atrativas ao fitófago testado. Esse resultado sugere que possivelmente os herbívoros podem ser mais sensíveis a pequenas alterações que ocorrem nas plantas, do que os próprios equipamentos utilizados em análises fisiológicas.

Mediante o que foi exposto, notou-se a necessidade de mais estudos envolvendo sistemas de cultivos orgânicos e convencionais atrelado a preferência olfativa de herbívoros, bem como, a respeito das análises bioquímicas de carboidratos e proteínas solúveis, objetivando maior conhecimento sobre o que postula a teoria da trofobiose.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRAWAL, A.A.; KARBAN, R. 1999. The ecology and evolution of inducible defenses; Tollrian, R.; Harvell, C. D., eds.; Princeton University Press: Princeton. cap. 3.
- ALVES, S.B.; MEDEIROS, M.B.; TAMAI, M.A.; LOPES, R.B. 2001. Trofobiose e Microrganismos na Proteção de plantas. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento** - nº 21.
- ASN-AGÊNCIA SERGIPE DE NOTÍCIAS. 2014. Disponível em: <<http://www.agencia.se.gov.br/noticias/agricultura/cohidro-presente-no-encontro-de-agricultores-organicos-de-sergipe>> Acesso em: 30/08/2017.
- ATRI, C.; KUMAR, B.; KUMAR, H.; KUMAR, S.; SHARMA, S.; BANGA, S.S. 2012. Development and characterization of *Brassica juncea*-fruticulosa introgression lines exhibiting resistance to mustard aphid (*Lipaphis erysimi* Kalt). **BioMed Central Genetics**, 13:104.PMID: 23181725. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3536582/>>Acesso em: 08/01/2017.
- AVILA, S.R.; LOVATTO, P.B.; MAUCH, C.R.; SCHIEDECK, G.; KUHN, M. 2016. A influência da adubação orgânica no equilíbrio trofobiótico solo-couve-pulgão. In: VI Encontro de Iniciação Científica e Pós-graduação da Embrapa Clima Temperado. Disponível em: <[www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1067463/a-influencia-da-adubacao-organica-no-equilibrio-trofobiotico-solo-couve-pulgao](http://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1067463/a-influencia-da-adubacao-organica-no-equilibrio-trofobiotico-solo-couve-pulgao)> Acesso em: 14/10/2017.
- BINOTTI, F.F. S. 2005. Fontes, doses e parcelamento do nitrogênio em feijoeiro de inverno no sistema plantio direto. 94 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista (Unesp).
- BRADFORD, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, 72: 248-254.
- BRASIL. Lei nº 10.831, 23 de dezembro de 2003. Ministério da Agricultura e Agropecuária. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, p.8, 24 dez. 2003. Seção 1.
- BURLE, M.L.; RODRIGUES, G.D. 1990. Relações hídricas internas da soja sob déficit hídrico em condições de campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 25(6): 905-913.
- CAIXETA, S.L.; MARTINEZ, H.E.P.; PICANÇO, M. C.; CECON, P.R.; ESPOSTI, M.D.D.; AMARAL, J.F.T. 2004. Nutrição e vigor de mudas de cafeeiro e infestação por bicho mineiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, 34(5): 1429–1435.
- CARDOSO, E.D.; HAGA, K.I.; BINOTTI, F.F.S.; FILHO, W.V.V.; NOGUEIRA, D. C. 2012. Doses de nitrogênio na produtividade e qualidade de grãos de ervilha. **Pesquisa Agropecuária**, Goiânia, 42(3): 263-271.
- CARLIN. S.D.; SANTOS, D.M.M. 2009. Indicadores fisiológicos da interação entre deficit hídrico e acidez do solo em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 44(9): 1106-1113.

- CHABOUSSOU, F. 1999. **Plantas Doentes pelo Uso de Agrotóxicos (A Teoria da Trofobiose)**. 2ª. Ed. Porto Alegre: L&PM, p. 272.
- DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, 28: 350-356.
- FUMIS, T.F.; PEDRAS, J.F. 2002. Variação nos níveis de prolina, diamina e poliaminas em cultivares de trigo submetidas a déficits hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 37(4):449-453.
- GALSTON, A. W.; KAUR-SAWHNEY, R. 1990. Polyamines and plant cells-what's new in plant physiology. **Plant Physiology**, 11:5-8.
- GODOY, K. B.; CIVIDANES, F. J. 2001. Exigências Térmicas e Previsão de Picos Populacionais de *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Homoptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, 30(3): 369-371.
- KAMIYAMA, A. 2011. Cadernos de Educação Ambiental, 13. Secretaria de Meio Ambiente/ Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais. Agricultura Sustentável. São Paulo.
- KARBAN, R.; BALDWIN, I.T. 1997. Induced Responses to Herbivory, University of Chicago: Chicago. p. 330.
- LARCHER, W. 2000. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa. p.531.
- MACHADO, R.C.R.; RENA, A.B.; VIEIRA, C. 1976. The effect osmotic de hydration on the accumulation of free proline in leaf discs of 20 bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, 23(128): 302-309.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed., rev. e atual. –Piracicaba: POTAFOS. p. 319.
- MICHEL, E. 1966. Prolifération anormal Edu Puceron *Myzus persicae* éleveur tabac traité à laphosdrine. **Rev. Zool. Agric.**, 14(6): 53-62.
- NEVES, A.C.; CÂMARA, J.A.S.; CARDOSO, M.J.; SILVA, P.H.S.; SOBRINHO, C.A. 2011. Cultivo do Feijão-caupi em Sistema Agrícola Familiar. Teresina: Embrapa Meio-Norte, p. 15. (Circular Técnica, 28).
- NUNES, A.R.A.; FERNANDES, A.M.; LEONEL, M.; GARCIA, E.L.; MAGOLBO, L.A.; CARMO, E.L. 2016. Nitrogênio no crescimento da planta e na qualidade de raízes da mandioquinha-salsa. **Ciência Rural**, Santa Maria, 46(2): 242-247.
- PEÑA-MARTINEZ, R. 1992. Afidos como vectores de vírus em Mexico. Montecillo, Centro de Fitopatologia, p. 135.
- PENTEADO, S.R. 2010. **Cultivo ecológico de hortaliças**. 2. ed. São Paulo: Campinas. p. 278.
- PENTEADO, S.R. Agricultura Orgânica. 2001. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca e Documentação, p. 41. - - (Série Produtor Rural, Edição Especial).

PINHEIRO, S.; BARRETO, S.B. 1997. Agricultura sustentável, trofobiose e biofertilizantes. Editora Fundação Jaqueira Candiru – MIBASA. p. 27.

PINTO-ZEVALLOS, D.M.; MARTINS, C.B.C.; PELLEGRINO, A.C.; ZARBIN, P.H.G. 2013. Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros. **Química Nova**, 36(9): 1395-1405.

RHEIN, A.F.L.; SANTOS, D.M.M.; CARLIN, S.D. 2011. Atividade da enzima redutase do nitrato e teores de prolina livre em raízes de cana-de-açúcar sob os estresses hídrico e ácido no solo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, 32(4): 1345-1360.

POLITO, W.L. 2005. Fitoalexinas e a resistência natural das plantas às doenças. Disponível em: <[http://www.inpofos.org/ppiweb/pbrazil.nsf/\\$webindex/article=D3E4CC9E8325709500820E30DA09CFA2!opendocument](http://www.inpofos.org/ppiweb/pbrazil.nsf/$webindex/article=D3E4CC9E8325709500820E30DA09CFA2!opendocument)> Acesso em: 20/02/2018.

RIVERA, J.R. 2014. Manual de agricultura orgânica. Atalanta - Santa Catarina – Brasil. Disponível em: <[http://www.saude.pr.gov.br/arquivos/File/Manual\\_AgrICULTURA\\_ORGANICA\\_Jairo\\_Restrepo\\_Rivera.pdf](http://www.saude.pr.gov.br/arquivos/File/Manual_AgrICULTURA_ORGANICA_Jairo_Restrepo_Rivera.pdf)> Acesso em 11/10/17.

ROEL, A.R.; SOARES, J.A.L.; PERUCA, R.D.; PEREIRA, L.C.; JADOSKI, C.J. 2017. Ocorrência em campo e desenvolvimento em laboratório de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Noctuidae) em milho com adubação orgânica e química. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava-PR, 10(1):67-73.

SANTIAGO, A.D.; ROSSETTO, R. 2015. Adubação Orgânica. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-deacucar/arvore/CONTAG01\\_37\\_711200516717.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-deacucar/arvore/CONTAG01_37_711200516717.html)> Acesso em: 10/10/2017.

SARKER, B.C.; HARA, M.; UEMURA, M. 2005. Proline synthesis, physiological responses and biomass yield of eggplants during and after repetitive soil moisture stress. **Scientia Horticulturae**, 103:387-402.

SAWAZAKI, H.E.; TEIXEIRA, J.P.F.; ALMEIDA, L.D. 1981. Variação do teor de prolina em folhas de feijão em função da disponibilidade de água no solo. **Bragantia**, 40(5): 10.

SCHOONHOVEN, L. M.; VAN LOON, J. J.; DICKE, M. 2006. Insect-Plant Biology, 2.ed., Oxford University Press: Oxford. p. 440.

SILVA, C.V.L. 2008. Influência da trofobiose na sustentabilidade do sistema de produção orgânica do Agreste Sergipano. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, p. 114.

SOARES, C.G.; LEMOS, R.N.S.; ARAUJO, A.M.S.; MACHADO, K.G.; PEREIRA, C.F.M. 2013. Distribuição de Mosca Branca em Tomateiro Fertilizado com Adubação Mineral e Orgânica em Ambiente Protegido. **Revista Caatinga**, Mossoró, 26(1): 43-48.

SOBRAL, L. F. 2007. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no estado de Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, p. 251.

SOUZA, C.V. 2016. Plantas cultivadas de forma orgânica podem influenciar a atratividade de herbívoros?. 29f. Monografia (Ecologia) – Departamento de Ecologia, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe.

TAIZ, L. ZEIGER, E. 2004. **Fisiologia Vegetal**. Trad. Elaine Romano Santarém... [et al.] / u2013 3ª ed. / Porto Alegre: Artmed Editora S.A., p. 719.

TAKAHASHI, K.M. 2005. Aspectos Bioecológicos e potencial de parasitismo de *Encarsia formosa* (Gahan) (Hymenoptera: Aphelinidae) sobre *Bemisia tabaci* biotipo b (Gennadius) (Hemiptera: Aleroydidae) em couve tomate e soja. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, p.85.

TOGNI, P.H.B.; MEDEIROS, M.A.; ERDMAN, M.; CAVALCANTE, K.R.; NAKASU, E.Y.T.; PIRES, C.S.S.; SUJII, E.R. 2009. Dinâmica populacional de *Bemisia tabaci* biótipo B em tomate monocultivo e consorciado com coentro sob cultivo orgânico e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, 27(2): 183-188.

VILANOVA, C.; SILVA JUNIOR, C.D. 2010. Avaliação da trofobiose quanto às respostas ecofisiológicas e bioquímicas de couve e pimentão, sob cultivos orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 5: 127-137.

ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J.A. 1993. Resistência a doenças induzida pela nutrição mineral das plantas. p. 23. (ABEAS. Curso de Agricultura Tropical – Módulo 3.2.1).

ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J.A. Efeito do nitrogênio na interação com doenças de plantas. 2012. In: ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A.; ZANÃO JÚNIOR, L. A. **Efeito da nutrição mineral no controle de doenças de Plantas**. Viçosa, MG. p. 47-80.

ZIELINSKI, R.P.; REFATTI, R.; BORGES, G.D.S.; ZANELLA, J.; WACLAWOVSKY, A.J. 2010. Relação entre açúcares totais e redutores em folha e entrenós em Cana-de-açúcar. Disponível em: <<http://revistas.utfpr.edu.br/dv/index.php/SSPA/article/view/501/233>> Acesso em 22/11/17.